



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

HENTTU

Group Art Unit: Not yet assigned

Application No.: 10/700,545

Examiner: Not yet assigned

Filed: November 5, 2003

Attorney Dkt. No.: 60091.00261

For: EXTRACTING SIGNAL COMPONENTS IN RADIO SYSTEM RECEIVER

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 USC § 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

January 9, 2004

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application(s) filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

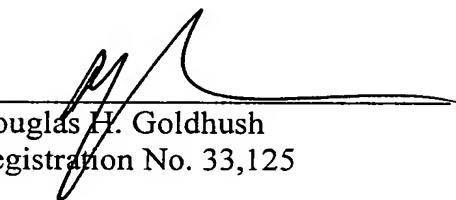
Finnish Patent Application No. 20010952 filed on May 7, 2001 in Finland

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to Counsel's Deposit Account No. 50-2222.

Respectfully submitted,


Douglas H. Goldhush
Registration No. 33,125

Customer No. 32294
SQUIRE, SANDERS & DEMPSEY LLP
14TH Floor
8000 Towers Crescent Drive
Tysons Corner, Virginia 22182-2700
Telephone: 703-720-7800
Fax: 703-720-7802

DHG:mm

Enclosure: Priority Document

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 27.10.2003

E T U O I K E U S T O D I S T U S
P R I O R I T Y D O C U M E N T

Hakija
Applicant

Nokia Corporation
Helsinki

Patentihakemus nro
Patent application no

20010952

Tekemispäivä
Filing date

07.05.2001

Kansainvälinen luokka
International class

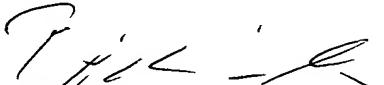
H04B

Keksiinön nimitys
Title of invention

"Signaalikomponenttien erottaminen radiojärjestelmän vastaanottimessa"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kaila
Tutkimussihteeri

Maksu 50 €
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

Signaalikomponenttien erottaminen radiojärjestelmän vastaanottimessa

Keksinnönala

Keksinnön soveltamisalana ovat digitaaliset radiojärjestelmät ja 5 niissä erityisesti signaalin vastaanotossa tapahtuva sokea signaalinkäsittely.

Keksinnöntausta

Radiojärjestelmässä lähetettyyn signaaliin usein summautuu radio- 10 tiellä häiriösignaaleja, mikä vaikeuttaa lähetetyn signaalin vastaanottoa. Yksi tapa poistaa signaalissa olevaa häiriötä vastaanottimessa on niin sanottu so- kea häiriönpoisto, jossa signaalille tehdään häiriönpoistoa ilman tietoa häiriit- sevästä signaalista. Vastaanottimessa sokea häiriönpoisto suoritetaan välittömästi analogia-digitaalimuunnoksen jälkeen ennen vastaanotetun signaalin synkronointia ja ilmaisua (detection). Näin ollen päätöksenteko perustuu pel- käästään vastaanotetun signaalin sisältämään aika- ja taajuusinformaatioon.

15 Tunnettua tekniikkaa vastaanottimessa edustavat esimerkiksi taajuus- ja aikataslon keskiarvo- ja mediaanimenetelmät. Keskiarvomenetelmässä signaalinäytteille muodostetaan tehokeskiarvo, ja etukäteen asetettua vakioitua kynnysarvoa käytäen on asetettu nollaksi kynnysarvon ylittävät signaalinäytteiden arvot. Mediaanimenetelmässä puolestaan signaalinäytteiden medi- 20 aanin perusteella on signaalinäytteiden joukosta nollattu kynnysarvon ylittävät näytteet.

25 Tunnetun tekniikan mukaisiin ratkaisuihin sisältyy merkittäviä haittoja. Keskiarvomenetelmä ei tyydyttäväällä tavalla ota huomioon kanavassa tapahtuvia muutoksia, ja häiriönpoisto jää epätyydyttävälle tasolle. Merkittäviä ongelmia syntyy esimerkiksi tilanteessa, jossa häiriöpiikkien osuus vastaanotetussa signaalissa on vähäinen. Tällöin keskiarvomenetelmään perustuva häiriönpoisto saattaa nollata myös näytteitä, jotka kuuluvat varsinaiseen haluttuun signaaliin. Mediaanimenetelmä, jossa näytteet joudutaan järjestämään arvon perusteella suuruusjärjestykseen, on puolestaan laskennallisesti tar- 30 peettoman kompleksinen toteuttaa vastaanottimessa.

Keksinnölyhyt selostus

Keksinnön tavoitteena on siten esittää parannettu menetelmä ja menetelmän toteuttava laitteisto signaalin vastaanottamiseksi radiojärjestelmässä. Tämä saavutetaan seuraavaksi esitettäväällä menetelmällä aikatasossa

sokeasti erottaa laajakaistainen signaali kapeakaistaisesta signaalista, jossa menetelmässä vastaanotetaan signaali matkaviestinjärjestelmän vastaanottimessa, suoritetaan vastaanotetulle signaalille analogia-digitaalimuunno signaalinäytteiden muodostamiseksi. Menetelmässä valitaan joukko signaalinäytteitä, muokataan valittua joukkoa signaalinäytteitä jakauman mukaisen joukon muodostamiseksi, muodostetaan jakauman mukaisen joukon signaalinäytteiden arvojen perusteella tilastollisen funktion arvo, muodostetaan kynnysarvo tilastollisen funktion arvon ja etukäteen asetetun kynnysparametrin perusteella, jaetaan kynnysarvoa rajana käyttäen jakauman mukaisen joukon näytteet jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon välillä, toistetaan mainittu tilastollisen funktion arvon muodostus jakauman mukaista nätejoukkoa käyttäen, mainittu kynnysarvon muodostus ja mainittu näytteiden jakaminen mainittuihin joukkoihin ellei toistamisen lopetusehdo ole täytynyt, ja asetetaan lopetusehdon täytyttyä asetusarvoon valitusta joukosta signaalinäytteitä jakauman mukaiseen joukkoon tai jakauman ulkopuoliseen joukkoon kuuluvat näytteet.

Keksinnön kohteena on myös menetelmä taajuustasossa sokeasti erottaa laajakaistainen signaali kapeakaistaisesta signaalista, jossa menetelmässä vastaanotetaan signaali matkaviestinjärjestelmän vastaanottimessa, suoritetaan vastaanotetulle signaalille analogia-digitaalimuunno signaalinäytteiden muodostamiseksi. Menetelmässä valitaan joukko signaalinäytteitä, muunnetaan valittu joukko signaalinäytteitä taajuustasoon, muokataan valittua joukkoa signaalinäytteitä jakauman mukaisen joukon muodostamiseksi, muodostetaan jakauman mukaisen joukon signaalinäytteiden arvojen perusteella tilastollisen funktion arvo, muodostetaan kynnysarvo tilastollisen funktion arvon ja etukäteen asetetun kynnysparametrin perusteella, jaetaan kynnysarvoa rajana käyttäen jakauman mukaisen joukon näytteet jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon välillä, toistetaan mainittu tilastollisen funktion arvon muodostus jakauman mukaista nätejoukkoa käyttäen, mainittu kynnysarvon muodostus ja mainittu näytteiden jakaminen mainittuihin joukkoihin ellei toistamisen lopetusehdo ole täytynyt, asetetaan lopetusehdon täytyttyä asetusarvoon sellaiset näytteet valitusta joukosta signaalinäytteitä, jotka näytteet kuuluvat toiseen joukoista: jakauman mukainen joukko, jakauman ulkopuolinen joukko, ja muunnetaan valitut signaalinäytteet sisältävä joukko käytetyn muunnoksen menetelmän käänteismuunnoksella takaisin aikatasoon.

Keksinnön kohteena on myös vastaanotin radiojärjestelmässä, kä-
sittäen välineet signaalin vastaanottamiseksi, analogia-digitaalimuuntimen sig-
naalinäytteiden muodostamiseksi vastaanotetusta signaalista. Vastaanotin kä-
sittää välineet valita joukko signaalinäytteitä, välineet muokata valittua joukkoa
 5 signaalinäytteitä jakauman mukaisen joukon muodostamiseksi, välineet muo-
dostaa jakauman mukaisen joukon signaalinäytteiden arvojen perusteella til-
lastollisen funktion arvo, välineet muodostaa kynnysarvo tilastollisen funktion
arvon ja etukäteen asetetun kynnysparametrin perusteella, välineet jakaa kyn-
nysarvoa rajana käyttäen näytteet tilastollisen jakauman mukaisen joukon ja
 10 jakauman ulkopuolisen joukon väillä, välineet toistaa mainittua tilastollisen
funktion arvon muodostusta jakauman mukaista näyejoukkoa käyttäen, mai-
nittua kynnysarvon muodostusta ja mainittua näytteiden jakamista mainittuihin
joukkoihin ellei toistamisen lopetusehto ole täytynyt, ja välineet asettaa lop-
tusehdon täytyttyä asetusarvoon sellaiset näytteet valitusta joukosta signaali-
 15 näytteitä, jotka näytteet kuuluvat toiseen joukoista: jakauman mukainen joukko,
jakauman ulkopuolin joukko.

Keksinnön kohteena on myös vastaanotin radiojärjestelmässä, kä-
sittäen välineet signaalin vastaanottamiseksi, analogia-digitaalimuuntimen sig-
naalinäytteiden muodostamiseksi vastaanotetusta signaalista. Vastaanotin kä-
 20 sittää välineet valita joukko signaalinäytteitä välineet muuntaa valittu joukko
signaalinäytteitä taajuustasoon, välineet muokata valittua joukkoa signaali-
näytteitä jakauman mukaisen joukon muodostamiseksi, välineet muodostaa valittujen signaalinäytteiden perusteella tilastollisen funktion arvo, välineet muodostaa jakauman mukaisen joukon signaalinäytteiden arvojen perusteella
 25 tilastollisen funktion arvo, välineet muodostaa kynnysarvo tilastollisen funktion
arvon ja etukäteen asetetun kynnysparametrin perusteella, välineet jakaa kyn-
nysarvoa rajana käyttäen jakauman mukaisen joukon näytteet jakauman mu-
kaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon väillä, välineet tarkastaa lop-
petusehdo, välineet toistaa mainittu tilastollisen funktion arvon muodostus ja
 30 kauman mukaista näyejoukkoa käyttäen, mainittu kynnysarvon muodostus ja
mainittu näytteiden jakaminen mainittuihin joukkoihin ellei toistamisen lopetus-
ehdo ole täytynyt, ja välineet asettaa lopetusehdon täytyttyä asetusarvoon
sellaiset näytteet valitusta joukosta signaalinäytteitä, jotka näytteet kuuluvat
toiseen joukoista: jakauman mukainen joukko, jakauman ulkopuolin joukko,
 35 ja välineet muuntaa valitut signaalinäytteet sisältävä joukko käytetyn muun-
nosmenetelmän käänteismuunnoksella takaisin aikatasoon.

Keksinnöllistä ratkaisua voidaan soveltaa digitaalisissa radiojärjestelmissä. Näin ollen eksinnön mukaisia radiojärjestelmiä ovat muun muassa digitaaliset matkaviestinjärjestelmät, kuten esimerkiksi GSM (Global System for Mobile Communication), UMTS (Universal Mobile Telephony System), sekä 5 muut digitaaliset radiojärjestelmät, kuten esimerkiksi WLAN-ratkaisut (Wireless Local Area Network). Keksinnöllinen ratkaisu liittyy vastaanottimessa tapahtuvaan sokeaan signaalinkäsittelyyn eli käsittelyyn, jossa vastaanotetulle signaalille tehdään signaalinkäsittelyä ilman tietoa häiriösignaalia. Vastaanottimessa kyseinen sokea signaalinkäsittely suoritetaan välittömästi analogia-10 digitaalimuunnoksen jälkeen.

Keksinnöllinen ratkaisu soveltuu käytettäväksi useissa eri tilanteissa, joissa sokeaa päätöksentekoa voidaan soveltaa. Eräässä edullisessa suoritusmuodossa eksinnöllisen ratkaisun avulla poistetaan kapeakaistainen häiriösignaali laajakaistaisesta vastaanotetusta signaalista. Toisen edullisen suoritusmuodon mukaan vastaanotin on tarkoitettu vastaanottamaan kapeakaisista signaalista, jolloin laajakaistainen ja häiriöksi katsottava signaali poistetaan vastaanotetusta signaalista. 15

Keksinnöllinen ratkaisu ei myöskään ole rajoittunut siihen, missä tasossa vastaanotettua signaalia käsitellään. Eräässä edullisessa suoritusmuodossa vastaanotettua signaalia käsitellään aikatasossa. Toisessa edullisessa suoritusmuodossa vastaanotetun signaalin käsittely tehdään taajuustasossa, johon signaali muunnetaan jollain tunnetulla menetelmällä, kuten esimerkiksi nopeaa Fourier-muunnosta käyttäen (FFT, Fast Fourier Transform).

Keksinnöllisessä ratkaisussa valitaan näytteistetystä signaalista 25 tietyn pituinen näytejoukko, joka on esimerkiksi yhden lähetetyn symbolin pituinen. Näytejoukolle lasketaan tilastollisen funktion arvo, kuten esimerkiksi energiakeskiarvo, joka taajuustasossa on magnitudikeskiarvo. Keskiarvon siasta tilastollisena menetelmänä eksinnöllisen ratkaisun yhteydessä voidaan käyttää mediaania, keskipoikkeamaa, varianssia, tai jotain muuta vastaavaa 30 tunnettua tilastollista menetelmää. Näytejoukon näytteiden energia-arvoja verrataan kynnyssarvoon, ja näytteet jaetaan jakauman mukaiseen joukkoon ja jakauman ulkopuoliseen joukkoon. Kynnyssarvon muodostuksessa käytetään laskettua näytejoukon energiakeskiarvoa sekä jakauman mukaista kynnyssparametria. Kynnyssparametri viittaa esimerkiksi Rayleigh-jakaumaan, jolloin esimerkiksi 99% arvoa vastaa parametrin arvo 2.42. Prosenttiluku 99% tarkoittaa tässä sitä, että häiriöttömän kanavan tapauksessa 99% vastaanotettavasta

signaalista saadaan vastaanotettua. Näytejoukon prosessoinnissa käytetään jakauman mukaista joukkoä, josta poistetaan jakauman ulkopuolelle jäävät näytteet, eli sellaiset näytteet, jotka ovat kynnysarvoa suurempia. Näytejoukon iterointiprosessia toistetaan, kunnes tarkasteltava näytejoukko pysyy muuttumattomana, eli yksikään näyte ei arvoltaan ylitä muodostettua kynnysarvoa. Lopetusehtona voidaan käyttää myös iteraatioiden lukumäärää.

Keksinnöllä saavutetaan useita etuja. Keksinnöllisessä ratkaisussa näytteiden jaottelussa käytettävä kynnysarvo muodostetaan tavalla, joka antaa hyvän suorituskyvyn signaalien erottelulla muuttuvissa vastaanottilanteissa.

10 Keksinnöllinen menetelmä on laskennallisesti yksinkertainen, mikä mahdollistaa ratkaisun edullisen käyttämisen radiojärjestelmän vastaanottimessa.

Kuvioiden lyhyt selostus

Keksintöä selostetaan nyt lähemmin edullisten suoritusmuotojen yhteydessä, viitaten oheisiin piirroksiin, joista:

15 Kuvio 1 esittää keksinnön mukaisen menetelmän erästä edullista suoritusmuotoa,

20 kuvio 2A kuvaan vastaanotettua signaalia ja signaalin jakaumaa indeksitasossa,

25 kuvio 2B kuvaan vastaanotettua signaalia ja signaalin jakaumaa indeksitasossa ensimmäisen iteraatiokierroksen jälkeen,

kuvio 2C kuvaan vastaanotettua signaalia ja signaalin jakaumaa indeksitasossa toisen iteraatiokierroksen jälkeen,

kuvio 3 kuvaan UMTS matkapuhelinjärjestelmää lohkokaaviotasolla,

kuvio 4 esittää matkaviestinjärjestelmän erästä suoritusmuotoa,

30 kuvio 5A esittää keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista vastaanotinta, ja

kuvio 5B esittää keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaista vastaanotinta.

Edullisten suoritusmuotojen kuvaus

Keksintöä selostetaan seuraavaksi edullisten suoritusmuotojen avulla viitaten oheisiin kuvioihin. Kuviossa 1 on esitetty keksinnön mukaisen menetelmän eräs edullinen suoritusmuoto. Menetelmän alkuaskel kuvaa signaalin vastaanottoa digitaalisen radiojärjestelmän vastaanottimessa, joka voi olla keksinnön mukaisessa ratkaisussa joko radiojärjestelmän tukiasema tai päätelaite, kuten esimerkiksi matkaviestin. Vastaanotettava analoginen sig-

naali näytteistetään menetelmävaiheessa 102. Näytteenottoväli määritetään esimerkiksi koodijakoista monikäyttömenetelmää (CDMA, Code Division Multiple Access) käyttävässä radiojärjestelmässä käytettävän hajotuskoodin hajotussuhteen perusteella. Näytteistetystä signaalista valitaan askeleessa 104 5 joukko digitaalisia näytteitä. Edullisesti valittava näytejoukko on niin suuri, että se kattaa ainakin yhden lähetetyn symbolin.

Menetelmääaskeleessa 106 lasketaan vaiheessa 104 valitun näytejoukon näytteiden magnitudien keskiarvo. Kuvion 1 mukaisessa tilanteessa tarkastelu signaalille suoritetaan siis aikatasossa ilman muunnosta taajuusta-10 soon. Menetelmävaiheessa 108 muodostetaan kynnysarvo, jota käyttäen näytejoukon näytteet jaetaan jakauman mukaiseen näytejoukkoon ja jakauman ulkopuoliseen joukkoon. Kynnysarvon muodostuksessa hyödynnetään kynnysparametriä, joka voidaan määrittää teoreettisesti häiriöttömän signaalin tilastollisten ominaisuuksien perusteella. Koska gaussinen kohina on vastaan-15 otetun signaalin määrävä eli suurin komponentti, magnitudijakauma on Rayleigh-jakautunut kahdella vapausasteella. Kynnysparametri voidaan mää-rittää seuraavasti. Rayleigh-jakauman keskiarvo on

$$(1) \quad E(X) = \sqrt{2\sigma^2}\Gamma(1.5).$$

20

Rayleigh-jakautuneen satunnaismuuttujan kumulatiivinen tiheysfunktio on kaavan (2) mukainen.

$$(2) \quad F(x) = 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}.$$

25

Yhtälö (2) voidaan ratkaista x:n suhteen, mikä antaa

$$(3) \quad x = \sqrt{2\sigma^2} \sqrt{-\ln(1 - F(x))}.$$

30

Keksinnön mukaisen menetelmän eräässä edullisessa suoritusmuodossa näytejoukon näytteet jaetaan jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon välillä käytettävän kynnysarvon perusteella. Kynnysparametrille saadaan yhtälö (4)

$$(4) T = \frac{x}{E(x)} = \frac{\sqrt{2\sigma^2} \sqrt{-\ln(1-F(x))}}{\sqrt{2\sigma^2} \Gamma(1.5)} = \frac{\sqrt{-\ln(1-F(x))}}{\Gamma(1.5)}$$

Kuten yhtälöstä (4) nähdään, kynnysparametri T ei riipu kohinan varianssista. Muuttuja F(x) kuvaa prosentuaalista osuutta havainnoista. Lasketut 5 kynnysarvot laskettuna yhtälöstä (4) F(x):n funktiona on esitetty taulukossa 1.

F(x)	T
0.999	2.97
0.99	2.42
0.95	1.95
0.9	1.71

Taulukko 1. Kynnysparametri T F(x):n funktiona

10 Taulukosta 1 nähdään, että jos esimerkiksi halutaan häiriöttömän signaalin tapauksessa 99% halutun signaalin informaatiosta talteen, käytetään x:n arvoa 0.99, mikä antaa kynnysparametrin T arvoksi 2.42.

15 Näytejoukon näytteille voidaan laskea menetelmäaskeleessa 106 magnitudien keskiarvon sijasta myös esimerkiksi magnitudien neliö ja käyttää jakaumana Chi-Square-jakaumaa Rayleigh-jakauman sijasta. Käytämällä magnitudien neliötä säästytään vastaanottimessa raskaan neliöjuurilaskennan suorittamiselta. Käytettävään menetelmään jakauman vaihto ei aiheuta muutoksia muuten kuin että kynnysparametrin arvot täytyy muuttaa jakauman mukaisiksi.

20 Viitaten jälleen menetelmäkuvioon 1, askeleessa 108 muodostetaan näytteiden jakamisessa käytettävä kynnysarvo. Kynnysarvo muodostetaan kertomalla kynnysparametri T tarkasteltavan näytejoukon magnitudien keskiarvolla. Menetelmävaiheessa 110 jaetaan muodostettuun kynnysarvoon nähdien pienemmät nätearvot jakauman mukaiseen joukkoon ja kynnysarvoa suuremman magnitudin omaavat näytteet näytejoukon ulkopuoliseen joukkoon. Täsmälleen kynnysarvon suuruiset näytteet energialtaan jaetaan suoritusmuodosta riippuen jompaan kumpaan edellämainittuun joukkoon.

25 Menetelmäaskeleessa 112 tarkastetaan toteutuuko iteraation lopetusehdo vai tarvitaanko uusi iteraatiokierros, joka käsittää menetelmävaiheet 30 106-110. Eräässä edullisessä suoritusmuodossa lopetusehtona käytetään sitä,

että iteraatiokierroksia askeleessa 104 valitulle näytejoukolle on suoritettu tietty määrä, esimerkiksi 10 kappaletta. Toisessa edullisessa suoritusmuodossa lopetusehtona käytetään sitä, että näytteet pysyvät entisissä joukoissaan, jakauman mukaisessa joukossa ja jakauman ulkopuolisessa joukossa. Tällä 5 tarkoitetaan sitä, että menetelmääaskeleessa 110 yhtään näytettä ei tarvinnut siirtää joukkojen välillä. Mikäli ehtosolmussa 112 lopetusehto täyttyy, signaalinäytteet ohjataan lohkoon 116, jossa tehdään näytejoukon nollaus. Tällä tarkoitetaan sitä, että mikäli esimerkiksi laajakaistaisesta signaalista ollaan poistamassa kapeakaistainen häiriö, joka on iteraatoiden tuloksena saatu jakauman 10 ulkopuoliseen joukkoon, nollataan menetelmääaskeleessa 104 valitusta näytejoukosta kapeakaistaista signaalia vastaavat näytteet. Nollauksella tarkoitetaan sitä, että näytteen magnitudi asetetaan nollaksi. Mikäli haluttu signaali on kapeakaistainen signaali, nollattava joukko lohkossa 116 on jakauman mukainen joukko. Näytejoukko, josta joko jakauman mukainen tai jakauman 15 ulkopuolinäytejoukko on nollattu, ohjataan ilmaisun 116, ja vastaanottimessa siirrytään vaiheen 120 mukaisesti lukemaan uusi joukko näytteitä.

Mikäli lopetusehdo askeleessa 112 ei toteudu, siirrytään askeleeseen 114, jossa kasvatetaan iteraatoiden lukumäärää kuvaavaa indeksiä yhdellä, jonka jälkeen siirrytään seuraavalle iteraatiokierrokselle askeleen 118 osoittamalla tavalla.

Kuviossa 1 kuvatun esimerkin mukaisessa ratkaisussa laajakaistaista signaalia kuvaavat näytteet siirtyvät iteraatoiden myötä jakauman mukaiseen näytejoukkoon, ja häiriösignaalia kuvaavat näytteet jakauman ulkopuoliseen näytejoukkoon. Häiriösignaali voi tässä tapauksessa olla esimerkiksi ajallisesti lyhytkestoisia impulsseja, joita voi muodostua adaptiivisen suodattimen ulostulossa. Keksinnöllisen ratkaisun avulla laajakaistainen ja häiriösignaali voidaan erottaa toisistaan. Ratkaisua voidaan soveltaa myös järjestelmässä, joissa haluttu signaali on joko kapeakaistainen tai laajakaistainen. Mikäli 25 haluttu signaali on laajakaistainen, haluttua signaalia kuvaavat näytteet siirtyvät iteraatoiden myötä jakauman mukaiseen näytejoukkoon, kun taas mikäli haluttu signaali on kapeakaistainen, haluttua signaalia kuvaavat näytteet siirtyvät jakauman ulkopuoliseen näytejoukkoon.

Menetelmääaskeleessa 106 kuvattiin tarkasteltavan näytejoukon 35 näytteiden magnitudien keskiarvon laskenta. Keksinnöllinen ratkaisu ei ole kuitenkaan rajoittunut siihen, tehdäänkö näytejoukon näytteiden tarkastelu ai-

katasossa vai muunnetaan näytejoukko taajuustasoon ennen iteraatioiden suorittamista.

Keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista ratkaisua havainnollistetaan seuraavaksi viitaten kuvioihin 2A-2C. Kukin kuvioista 2A-2C

5 käsittää ylemmän kuvion, jossa pystyakseli kuva signaalin magnitudispektrin arvoja ja vaaka-akseli signaalin taajuutta. Kuvioiden 2A-2C alemmassa kuviossa on vastaavan ylemmän kuvion signaali kuvattuna siten, että signaalinäytteiden lukumäärä on kuvattu vaaka-akselilla esitetyn magnitudispektrin arvon funktiona. Kuvio 2A esittää vastaanotettua signaalia ilman yhtään iteraatiokierrosta. Kuviosta nähdään, että kapeakaistainen häiriösignaali on vastaanotetussa signaalissa suurin piirtein taajuusväillä 150-220. Laajakaistaisen signaalin magnitudispektrin tasot ovat huomattavasti matalammat kuin kapeakaistaisen signaalin, jonka korkeimmat piikit yltävät aina tasolle 800. Alemman kuvan magnitudi-indeksitason kuva osoittaa, että jakauma ei ole tässä vaiheessa ilman yhtään iteraatiokierrosta vielä Rayleigh-jakautunut. Magnitudi-indeksitason kuvasta voidaan nähdä, että jakauman keskiarvo on noin 120. Esimerkissä on käytetty taulukosta 1 arvoa 2.42, joka tarkoittaa sitä, että häiriöttömän signaalin tapauksessa 99 % omasta signaalista saataisiin vastaanotettua. Jakauman keskiarvon 120 ja kynnysparametrin 2.42 tulo on noin 300,

10 jota käytetään ensimmäisellä iteraatiokierroksella kynnysarvona. Kuvio 2B kuvailee ensimmäisen iteraatiokierroksen jakauman mukaista joukkoa, jossa kynnysarvon 300 ylittävät näytteet on nollattu tai siirretty jakauman ulkopuoliseen joukkoon. Kuvion 2B magnitudi-indeksikuvio nähdään, että jakauma alkaa muistuttaa Rayleigh-jakaumaa, vaikkakin vielä suurilla energiatasolla 250-300

15 on Rayleigh-jakauman kannalta liikaa näytteitä. Kuvio 2B jakauman keskiarvo on enää noin 60, joka kerrottuna etukäteen asetetulla kynnysparametrilla 2.42 antaa uudeksi kynnysarvoksi noin 150. Kuvio 2C kuvailee toisen iteraatiokierroksen lopputuloksena saatavaa jakaumaa. Jakauman keskiarvo on noin 50, joka kerrottuna kynnysparametrilla 2.42 antaa noin 120. Kuvion 2C ylemmästä kuvista nähdään, että jakaumassa ei ole enää näytteitä, joiden taso ylittää muodostetun kynnysarvon, joten iteraatioiden lopetusehto täytyy. Kuvion 2C magnitudi-indeksikuvaus myös on jakautunut Rayleigh-jakauman mukaisesti.

20 Tarkastellaan vielä eksinnön mukaisen menetelmän toteuttavan algoritmin erästä edullista suoritusmuotoa taajuustasossa. Algoritmikuvaus on taulukossa 2. Oletetaan, että vastaanotettu kantataajuinen signaali r sisältää

25 30 35

halutun suorasekvenssesignaalin d , kohinaan n ja häiriötä J eli yhtälön (5) mukaisesti:

$$(5) \quad r = d + n + J.$$

5

Vastaanotettu signaali muunnetaan aluksi taajuustasoon nopeaa Fourier-muunnosta käyttäen eli

$$(6) \quad R = \text{FFT}(r).$$

10

Tämän jälkeen signaalinäytejoukkoa muokataan muodostamalla magnitudispektri kaavan (7) mukaisesti, jota magnitudispektriä käytetään algoritmissä syöttötieton.

15

$$(7) \quad X = \{x_i | i \in I_k\} = |R|.$$

Algoritmin aloitus: $X_k = \{x_k | i \in I_k\}$, jossa X_k on tarkasteltava näytejoukko iteraatiokierroksella k ja I_k sisältää tarkasteltavan näytejoukon näytteiden indeksit iteraatiokierroksella k . J_k sisältää jakauman ulkopuolisen näytejoukon näytteiden indeksit iteraatiokierroksella k . Menetelmän alussa $k=0$, jolloin $J_0 = \{\}$.

Askel 1: Lasketaan joukon X_k summa, $S_k = \sum_{i \in I_k} x_i$

Askel 2: Lasketaan joukon X_k näytteiden lukumäärä $N_k = \text{koko}(X_k)$

Askel 3: Haetaan indeksijoukot I_{k+1} ja J_{k+1} , jossa $I_{k+1} = \left\{ i \in I_k | x_i \leq \frac{T S_k}{N_k} \right\}$ ja

$$J_{k+1} = \left\{ i \in I_k | x_i > \frac{T S_k}{N_k} \right\}$$

Askel 4: Lasketaan jakauman ulkopuolisen joukon J_{k+1} koko eli näytteiden lukumäärä

Askel 5: Jos $\text{koko}(J_{k+1}) = 0$ tai iteraatioiden maksimilukumäärä on saavutettu, siirrytään askeleeseen 10

Askel 6: Tallennetaan indeksijoukko J_{k+1}

Askel 7: Päivitetään joukon X_k summa, $S_{k+1} = S_k - \sum_{i \in J_{k+1}} x_i$

Askel 8: Päivitetään joukon X_k koko, $N_{k+1} = N_k - \text{koko}(J_{k+1})$

Askel 9: Kasvatetaan indeksiä $k=k+1$, palataan askeleeseen 3

Askel 10: Indeksijoukko $J_1 \cup J_2 \cup \dots \cup J_k$ osoittaa häiriölliseen signaaliin, joten ne nollataan taajuustasossa ennen käänteismuunnoksen IFFT laskentaa R:stä.

Taulukko 2. Algoritmikuvaus

Keksintöä selostetaan seuraavaksi viitaten oheisiin matkaviestint-
 5 järjestelmää ja matkaviestinjärjestelmän vastaanotinta esittäviin laitekuvioihin. Matkaviestinjärjestelmän selostus pohjautuu esimerkkinä otettavaan univer-
 saaliin matkapuhelinjärjestelmään (UMTS, Universal Mobile Telephony Sys-
 tem), mutta myös muut digitaaliset radiojärjestelmät ovat keksinnön mukaisia
 järjestelmiä. Kuviossa 4 on esitetty UMTS-matkapuhelinjärjestelmän rakenne
 10 korkealla tasolla. Kuvio sisältää vain keksinnön selittämisen kannalta oleelliset
 lohkot, mutta alan ammattimiehelle on selvää, että tavanomaiseen mat-
 kapuhelinjärjestelmään sisältyy lisäksi muitakin toimintoja ja rakenteita, joiden tarkempi selittäminen ei tässä ole tarpeen. Järjestelmän pääosat ovat ydin-
 15 verkko CN (Core Network), universaalin matkapuhelinjärjestelmän maanpää-
 linen radioliittymäverkko UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) ja
 tilaajapäätelaite UE (User Equipment). CN:n ja UTRAN:in välinen rajapinta on
 nimeltään Iu, ja UTRAN:in ja UE:n välinen ilmarajapinta on nimeltään Uu. Ra-
 dioyhteyteen UE:hen pään liittyvä funktioalisuus suoritetaan UTRAN:ssa. CN
 puolestaan vastaa reitityksestä ja yhteyksistä UMTS-verkon ulkopuolisiiin jär-
 20 jestelmiin, kuten PSTN:ään (Public Switched Telephony Network) ja Interne-
 tiin.

UE käsittää kaksi osaa, joista ME (Mobile Equipment) toimii radio-
 pääteenä ja vastaa kommunikoinnista Uu-rajapinnan yli, ja USIM (UMTS
 25 Subscriber Identity Module) on älykortti, joka pitää sisällään käyttäjäidentifioin-
 tiin ja autentikointiin tarvittavat tiedot. UTRAN käsittää yhden tai useamman
 radioverkkojärjestelmän RNS (Radio Network Subsystem), joista kuhunkin
 kuuluu yksi tai useampi radioverkkokontrolleri RNC (Radio Network Controller)
 ja B-solmuja eli tukiasemia. B-solmun tärkein tehtävä on huolehtia ilmarajapin-
 nasta UE:hen pään ja siihen liittyvästä prosessoinnista, kuten kanavakoodauk-
 30 sesta, lomituksesta, tehonsäädöstä ja käyttäjäsignaalien hajotuksesta. Solmu
 B:tä kontrolloiva RNC puolestaan vastaa UTRAN:in radioresurssien kontrolli-
 loinnista ja RNC:hen kuuluvien solujen kuormitustilanteesta ja vastaa muun
 muassa toiminnallisuudesta, joka liittyy uusien hajotuskoodien allokointiin so-

luissa. Kontrolliverkkoon CN kuuluu muun muassa ulkoisiin verkkoihin liittymän tarjoava GMSC (Gateway MSC), verkon kotirekisteri HLR (Home Location Register), puhelinkeskusen reititystoiminnallisuuden tarjoava MSC (Mobile Services Switching Center), vierailijarekisteri VLR ja pakettikytkentäisille yhteyksille reitityspalveluja tarjoava SGSN (Serving GPRS (General Packet Radio Service) Support Node).

Kuviossa 3 esitetty kuvaus on melko yleisellä tasolla, joten kuviossa 4 esitetään yksityiskohtaisempi esimerkki solukkoradiojärjestelmästä. Kuvio 4 sisältää vain oleellisimmat lohkat, mutta alan ammattimiehelle on selvää, että 10 tavanomaiseen solukkoradioverkkoon sisältyy lisäksi muitakin toimintoja ja rakenteita, joiden tarkempi selittäminen ei tässä ole tarpeen. Solukkoradiojärjestelmän yksityiskohtat voivat poiketa kuviossa 4 esitetystä, mutta keksinnön kannalta näillä eroilla ei ole merkitystä. Solukkoradioverkko käsittää siis tyypillisesti kiinteän verkon infrastruktuurin eli verkko-osan 400, ja tilaajapäätelaitteita 402, jotka voivat olla kiinteästi sijoitettuja, ajoneuvoon sijoitettuja tai kannettavia mukana pidettäviä päätelaitteita, kuten matkapuhelimia tai kannettavia tietokoneita, joilla on mahdollista olla yhteydessä radiotietoliikennejärjestelmään. Verkko-osassa 400 on tukiasemia 404. Tukiasema 404 vastaa kuvion 3 B-solmua. Useita tukiasemia 404 keskitetysti puolestaan ohjaa niihin 20 yhteydessä oleva radioverkkokontrolleri 406. Tukiasemassa 404 on lähetinvastaanottimia 408 ja multiplekseriyksikkö 412. Tukiasemassa 404 on edelleen ohjausyksikkö 410, joka ohjaa lähetinvastaanottimien 408 ja multiplekserin 412 toimintaa. Multiplekserillä 412 sijoitetaan useiden lähetinvastaanottimien 408 käyttämät liikenne- ja ohjauskanavat yhdelle siirtoyhteydelle 414, joka 25 muodostaa rajapinnan lub.

Tukiaseman 404 lähetinvastaanottimista 408 on yhteys antenniyrkkiöön 418, jolla toteutetaan radioyhteys 416 tilaajapäätelaitteeseen 402. Radioyhteydessä 416, jota kutsutaan ilmarajapinnaksi Uu, siirrettävien kehysten rakenne on järjestelmäkohtaisesti määritelty. Radioverkkokontrolleri 406 käsittää 30 ryhmäkytkentäkentän 420 ja ohjausyksikön 422. Ryhmäkytkentäkenttää 420 käytetään puheen ja datan kytkentään sekä yhdistämään signaaliointipiirejä. Tukiaseman 404 ja radioverkkokontrollerin 406 muodostamaan radioverkkolaajijärjestelmään 424 kuuluu lisäksi transkooderi 426. Transkooderi 426 sijaitsee yleensä mahdollisimman lähellä matkapuhelinkeskusta 428, koska puhe voidaan tällöin siirtokapasiteettia säästää siirtää solukkoradioverkon muodossa transkooderin 426 ja radioverkkokontrollerin 406 välillä. Transkooderi 426 35 muuntaa yleisen puhelinverkon ja radiopuhelinverkon välillä käytettävät erilaiset

set puheen digitaiset koodausmuodot toisilleen sopivaksi, esimerkiksi kiinteän verkon muodosta solukkoradioverkon johonkin muuhun muotoon ja päinvastoin. Ohjausyksikkö 422 suorittaa puhelunohjausta, liikkuvuuden hallintaa, ti-
lastotietojen keräystä ja signaalointia. Kuviossa 4 kuvataan edelleen matkapu-
5 helinkeskus 428 ja porttimatkapuhelinkeskus 430, joka hoitaa matkapuhelin-
järjestelmän yhteydet ulkopuolisiin verkoihin, tässä esimerkissä yleiseen pu-
helinverkkoon 432.

Seuraavaksi selostetaan keksinnön eräiden sovellusmuotojen mu-
kaisia vastaanottimia viitaten kuvioihin 5A ja 5B. On selvää, että vastaanotin
10 voi käsittää myös muita osia kuin ne, jotka kuvioissa on esitetty. Esitetyt vas-
taanotin voi sijaita esimerkiksi radiojärjestelmän tukiasemassa, kiinteästi sijait-
sevassa päätelaitteessa, kannettavassa matkapuhelimessa, kämmentietoko-
neessa tai muussa vastaavassa laitteessa.

Kuvion 5A vastaanotin käsittää antennin tai antennielementeistä
15 koostuvan antenniryhmän 500 sekä RF-osat (Radio Frequency) 502, joissa
vastaanotettu signaali suodatetaan, alassekoitetaan joko suoraan kantataa-
juudelle tai välitaajuuudelle ja vahvistetaan. Lohkossa 504 signaali muutetaan
analogisesta digitaaliseksi näytteistämällä ja kvantisoimalla. Näytteistetty sig-
naali ohjataan adaptiiviselle suodattimelle 506, joka suorittaa ei-impulsiivisen
20 häiriön vaimennusta vastaanotetusta signaalista. Tietyissä häiriötilanteissa
adaptiivinen suodatin muodostaa ulostulonaan voimakkaita häiriöimpulssuja,
jotka voidaan poistaa keksinnöllisen ratkaisun mukaisella CME-lohkolla 508.
CME-lohkon tehtävänä on erottaa laajakaistainen signaali kapeakaistaisesta
signaalista keksinnön mukaisen menetelmän esittämällä tavalla. Kuviossa 5A
25 signaalien erottelu suoritetaan aikatasossa ennen signaalien siirtämistä vas-
taanottimen ilmaisulohkolle 510. Kuvio 5B esittää toisen edullisen suoritus-
muodon mukaista vastaanotinta, jossa signaalien erottelu esimerkiksi sokean
häiriönpoiston tarkoituksiin tehdään taajuustasossa. Muunnos aikatasosta
taajuustasoon tehdään lohkossa FFT 512, jossa käytettävä muunnosmene-
30 telmä on esimerkiksi tunnettu nopea Fourier-muunnos (FFT, Fast Fourier
Trasformation). Muunnosmenetelmänä voidaan käyttää FFT:n sijaan muunnosmenetelmää DCT (Discrete Cosine Transformation), Wavelet tai ELT
(Extended Lapped Transformation). Muunnos taajuustasosta takaisin aikata-
soon tehdään vastaanottimen käänteismuunnoslohkossa IFFT 514, jossa
35 käytetään FFT-lohkossa käytetyn muunnosmenetelmän käänteismenetelmää.

Kuvioissa 5A ja 5B esitettyjen vastaanottimien keksinnön toteuttavat menetelmääskleet toteutetaan esimerkiksi ohjelmallisesti vastaanottimen mikroprosessorille, ASIC:na (Application Specific Integrated Circuit) tai logiikkakomponenttien avulla.

- 5 Vaikka keksintöä on edellä selostettu viitaten oheisten piirustusten mukaiseen esimerkkiin, on selvää, ettei keksintö ole rajoittunut siihen, vaan sitä voidaan muunnella monin tavoin oheisten patenttivaatimusten esittämän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa.

Patenttivaatimuks t

1. Menetelmä aikatasossa sokeasti erottaa laajakaistainen signaali kapeakaistaisesta signaalista, jossa menetelmässä:

5 vastaanotetaan (100) signaali matkaviestinjärjestelmän vastaanot-
timessa;

suoritetaan (102) vastaanotetulle signaalille analogia-digitaali-
muunnos signaalinäytteiden muodostamiseksi,

t u n n e t t u siitä, että menetelmässä:

10 valitaan (104) joukko signaalinäytteitä;

muokataan valittua joukkoa signaalinäytteitä jakauman mukaisen
joukon muodostamiseksi;

muodostetaan (106) jakauman mukaisen joukon signaalinäytteiden
arvojen perusteella tilastollisen funktion arvo;

15 muodostetaan (108) kynnysarvo tilastollisen funktion arvon ja etu-
käteen asetetun kynnysparametrin perusteella;

jaetaan (110) kynnysarvoa rajana käyttäen jakauman mukaisen
joukon näytteet jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon
välillä;

20 toistetaan (118) mainittu tilastollisen funktion arvon muodostus ja-
kauman mukaista näytjoukkoa käyttäen, mainittu kynnysarvon muodostus ja
mainittu näytteiden jakaminen mainittuihin joukkoihin ellei toistamisen lopetus-
ehto ole täyttynyt, ja

asetetaan (116) lopetusehdon täyttyvä asetusarvoon valitusta jou-

25 kosta signaalinäytteitä jakauman mukaiseen joukkoon tai jakauman ulkopuoli-
seen joukkoon kuuluvat näytteet.

2. Menetelmä taajuustasossa sokeasti erottaa laajakaistainen sig-
naali kapeakaistaisesta signaalista, jossa menetelmässä:

30 vastaanotetaan (100) signaali matkaviestinjärjestelmän vastaanot-
timessa;

suoritetaan (102) vastaanotetulle signaalille analogia-
digitaalimuunnos signaalinäytteiden muodostamiseksi,

t u n n e t t u siitä, että menetelmässä:

valitaan (104) joukko signaalinäytteitä;

35 muunnetaan valittu joukko signaalinäytteitä taajuustasoon;

muokataan valittua joukkoa signaalinäytteitä jakauman mukaisen joukon muodostamiseksi;

muodostetaan (106) jakauman mukaisen joukon signaalinäytteiden arvojen perusteella tilastollisen funktion arvo;

5 muodostetaan (108) kynnysarvo tilastollisen funktion arvon ja etukäteen asetetun kynnyssparametrin perusteella;

jaetaan (110) kynnysarvoa rajana käyttäen jakauman mukaisen joukon näytteet jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon välillä;

10 toistetaan (118) mainittu tilastollisen funktion arvon muodostus jakauman mukaista näytejoukkoa käyttäen, mainittu kynnysarvon muodostus ja mainittu näytteiden jakaminen mainittuihin joukkoihin ellei toistamisen lopetus-ehto ole täyttynyt;

15 asetetaan (116) lopetusehdon täyttyvä asetusarvoon sellaiset näytteet valitusta joukosta signaalinäytteitä, jotka näytteet kuuluvat toiseen joukoista: jakauman mukainen joukko, jakauman ulkopuolinen joukko, ja muunnetaan valitut signaalinäytteet sisältävä joukko käytetyn muunnosmenetelmän käänteismuunnuksella takaisin aikatasoon.

20 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sokeasti erottaminen tarkoittaa häiriönpoistoa, jossa häiriö poistetaan vastaanotetusta signaalista ilman tietoa häiriösignaalista.

25 4. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että etukäteen asetettava kynnyssparametri määritellään häiriöttömän signaalin Rayleigh-jakauman poisleikkautuvan osan ja jakauman keskiarvon avulla.

30 5. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että valitaan signaalinäytteiden joukko siten, että se kattaa lähetetyssä signaalissa symbolin pituuden.

6. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että muodostettaessa tilastollisen funktion arvo muodostetaan magnitudin tai magnitudispektrin keskiarvo.

35 7. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että lopetusehdo johdetaan siitä, että jakauman mukainen signaali on vastaanotettaessa gaussisesti jakautunut.

8. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että käytetään lopetusehtona sitä, että tietty määrä iteraatiokierroksia,

joista kukaan sisältää tilastollisen funktion arvon muodostuksen, kynnysarvon muodostuksen ja näytteiden jakamisen näytejoukkojen välillä, on täytynyt.

9. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että käytetään lopetusehtona sitä, että näytteiden jakamisessa näytejoukkojen välillä kaikki näytteet pysyvät näytejoukkossaan.

10. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmässä poistetaan kapeakaistainen häiriö laajakaistaisesta signaalista.

11. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u 10 siitä, että menetelmässä poistetaan laajakaistainen häiriö kapeakaistaisesta signaalista.

12. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että asetettaessa valitun signaalinäytejoukon näytteitä asetusarvoon asetetaan näytteet kynnysarvoon.

13. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u 15 siitä, että asetettaessa valitun signaalinäytejoukon näytteitä asetusarvoon asetetaan näytteet nolliksi.

14. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u 20 siitä, että valitulle joukolle signaalinäytteitä lasketaan signaalinäytteiden arvojen itseisarvot.

15. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että valitulle joukolle signaalinäytteitä lasketaan signaalinäytteiden arvojen itseisarvojen neliöt.

16. Vastaanotin radiojärjestelmässä, käsittääen 25 välineet (500) signaalin vastaanottamiseksi; analogia-digitaalimuuntimen (504) signaalinäytteiden muodostamiseksi vastaanotetusta signaalista,

t u n n e t t u siitä, että vastaanotin käsittää:

välineet valita joukko signaalinäytteitä;

30 välineet muokata (508) valittua joukkoa signaalinäytteitä jakauman mukaisen joukon muodostamiseksi;

välineet (508) muodostaa jakauman mukaisen joukon signaalinäytteiden arvojen perusteella tilastollisen funktion arvo;

35 välineet (508) muodostaa kynnysarvo tilastollisen funktion arvon ja etukäteen asetetun kynnysparametrin perusteella;

välilineet (508) jakaa kynnysarvoa rajana käyttäen näytteet tilastollisen jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon välillä;

välaineet (508) toistaa mainittua tilastollisen funktion arvon muodostusta jakauman mukaista nätejoukkoa käyttäen, mainittua kynnysarvon muodostusta ja mainittua näytteiden jakamista mainittuihin joukkoihin ellei toistamisen lopetusehdo ole täyttynyt, ja

välaineet asettaa (508) lopetusehdon täyttyä asetusarvoon sellaiset näytteet valitusta joukosta signaalinäytteitä, jotka näytteet kuuluvat toiseen joukoista: jakauman mukainen joukko, jakauman ulkopuolinen joukko.

10 17. Vastaanotin radiojärjestelmässä, käsittäen
välaineet signaalin vastaanottamiseksi (500);

analogia-digitaalimuuntimen (504) signaalinäytteiden muodostamiseksi vastaanotetusta signaalista,

15 t u n n e t t u siitä, että vastaanotin käsitteää: välineet valita joukko signaalinäytteitä;

välilineet muuntaa (512) valittu joukko signaalinäytteitä taajuustoon;

tilastollisen funktion arvo; välineet muodostaa (508) jakauman mukaisen joukon signaalinäyt-

teiden arvojen perusteella tilastollisen funktion arvo; välineet muodostaa (508) kynnysarvo tilastollisen funktion arvon ja

etukäteen asetetun kynnysparametrin perusteella; välilineet jakaa (508) kynnysarvoa rajana käyttäen jakauman mukaisen joukon näytteet jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon välillä;

35 väliseet asetaa (508) lopetusehdon täyttyä asetusarvoon sellaiset näytteet valitusta joukosta signaalinäytteitä, jotka näytteet kuuluvat toiseen joukoista: jakauman mukainen joukko, jakauman ulkopuolinen joukko, ja

välaineet muuntaa (514) valitut signaalinäytteet sisältävä joukko käytetyn muunnosmenetelmän käänteismuunnoksella takaisin aikatasoon.

18. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että etukäteen asetettava kynnysparametri on määritelty häiriötötömän signaalin Rayleigh-jakauman poisleikkautuvan osan ja jakauman keskiarvon avulla.

19. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että välaineet valita joukko signaalinäytteitä ovat sovitetut valitsemaan joukko näytteitä siten, että se kattaa lähetetyssä signaalissa symbolin pituuden.

20. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että välaineet muodostaa kynnysarvo ovat sovitetut muodostamaan tilastollisen funktion arvona magnitudin tai magnitudispektrin kesiarvon.

21. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että välaineet toistaa ovat sovitetut käyttämään lopetusehtona siitä, että jakauman mukainen signaali on vastaanotettaessa gaussisesti jakautunut.

22. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että välaineet toistaa ovat sovitetut käyttämään lopetusehtona siitä, että tietty määrä iteraatiokierroksia, joista kukin sisältää tilastollisen funktion arvon muodostuksen, kynnysarvon muodostuksen ja näytteiden jakamisen näyejoukkojen välillä, on täyttynyt.

23. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että välaineet toistaa ovat sovitetut käyttämään lopetusehtona siitä, että näytteiden jakamisessa näyejoukkojen välillä kaikki näytteet pysyvät näyejoukossaan.

24. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että vastaanotin on sovitettu poistamaan kapeakaistaisen häiriön laajakaistaisesta signaalista.

25. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että vastaanotin on sovitettu poistamaan laajakaistaisen häiriön kapeakaistaisesta signaalista.

26. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että vastaanottimen käsittämät välaineet asettaa asetusarvoon ovat sovitetut asettamaan valitun signaalinäytejoukon näytteet kynnysarvoon.

27. Patenttivaatimuksen 16 tai 17 mukainen vastaanotin, tunnettu siitä, että vastaanottimen käsitteämät välineet asettaa asetusarvoon ovat sovitetut asettamaan valitun signaalinäyttejoukon näytteet nolliksi.

(57) Tiivistelmä

Vastaanotin radiojärjestelmässä, käsitteen välineet (500) signaalin vastaanottamiseksi, analogia-digitaalimuuntimen (504) signaalinäytteiden muodostamiseksi vastaanotetusta signaalista. Vastaanotin käsitteä välineet (508) valita joukko signaalinäytteitä, välineet (508) muodostaa valittujen signaalinäytteiden arvojen perusteella tilastollisen funktion arvo, välineet (508) muodostaa kynnysarvo tilastollisen funktion arvon ja etukäteen asetetun kynnysparametrin perusteella, välineet (508) jakaa kynnysarvoa raja-na käyttäen näytteet tilastollisen jakauman mukaisen joukon ja jakauman ulkopuolisen joukon välillä, ja välineet (508) toistaa mainittua tilastollisen funktion arvon muodostusta jakauman mukaista nätejoukkoa käyttäen, mai-nittua kynnysarvon muodostusta ja mainittua näytteiden jakamista mainittuihin joukkoihin, ellei toistamisen lope-tusehdo ole täytynyt.

(Kuvio 5B)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
0

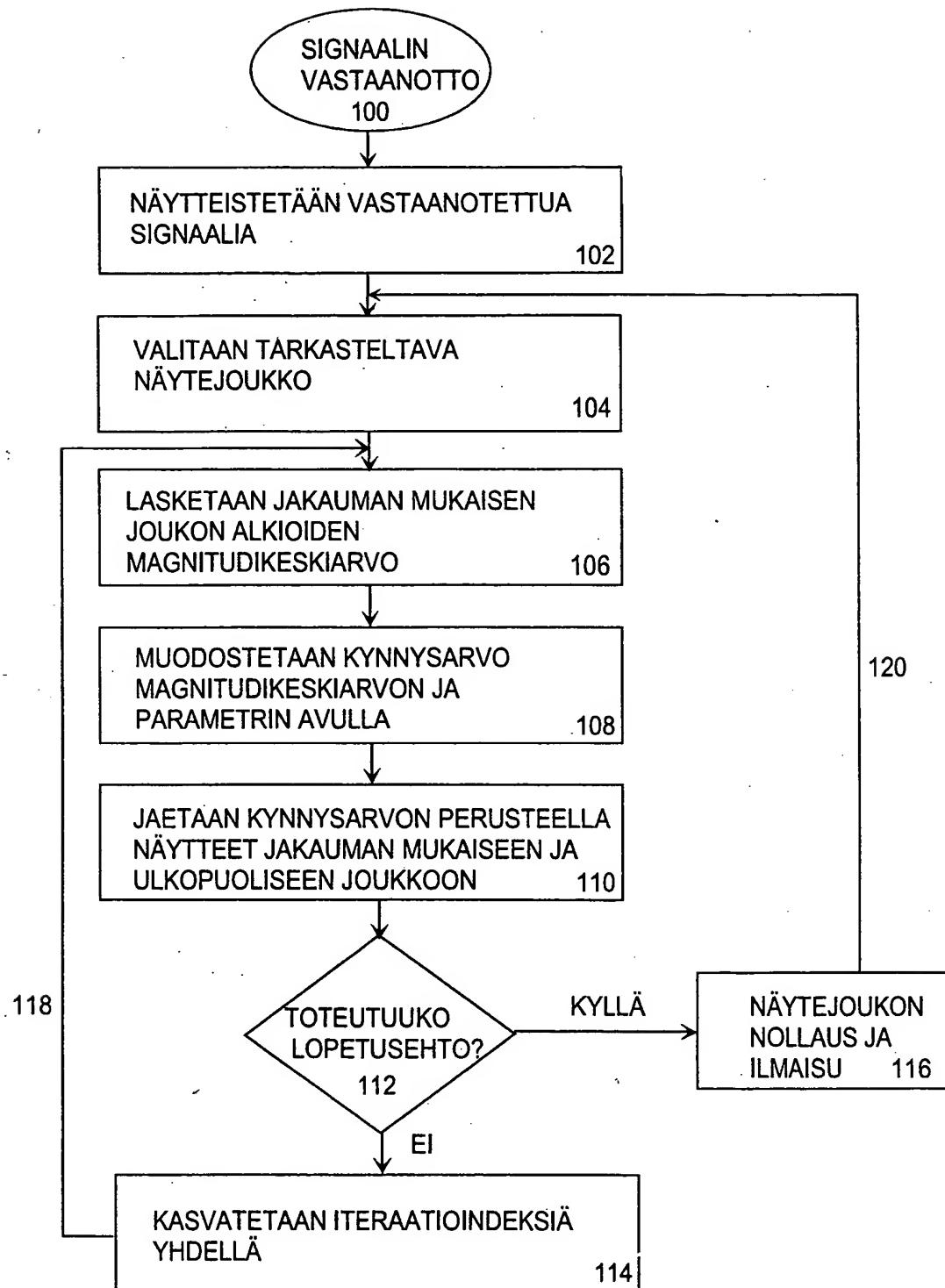


Fig. 1

L6
2/6

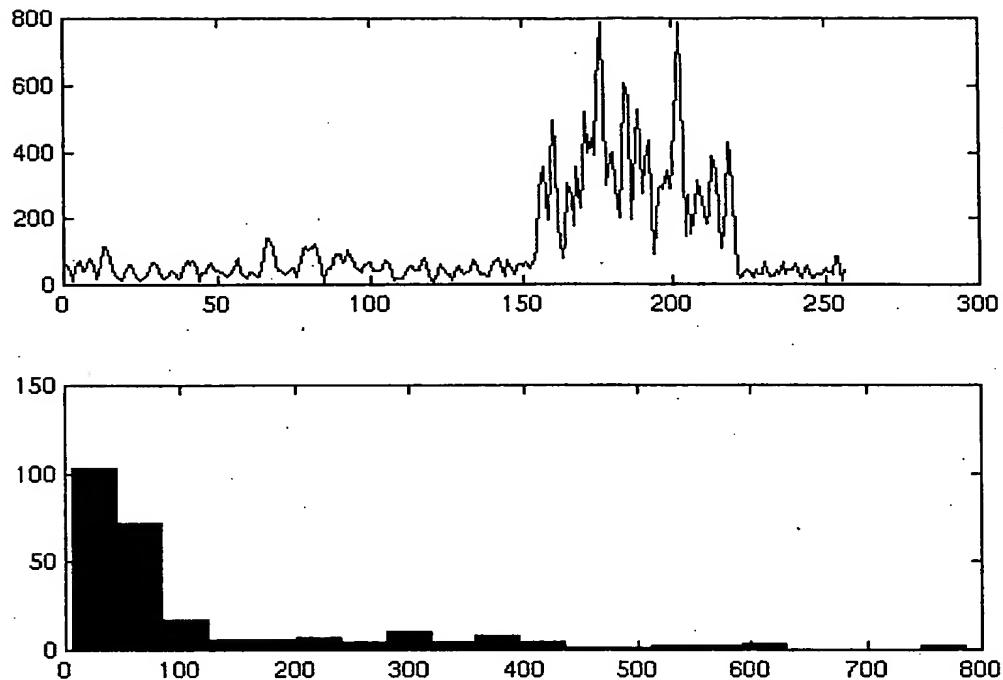


Fig. 2A

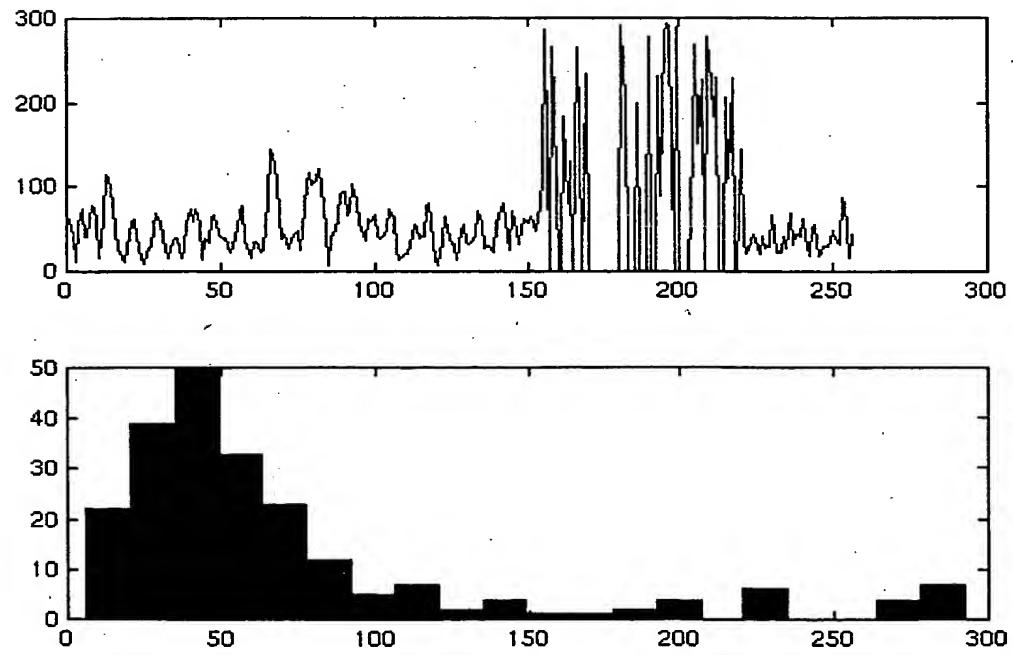


Fig. 2B

L6
3/6

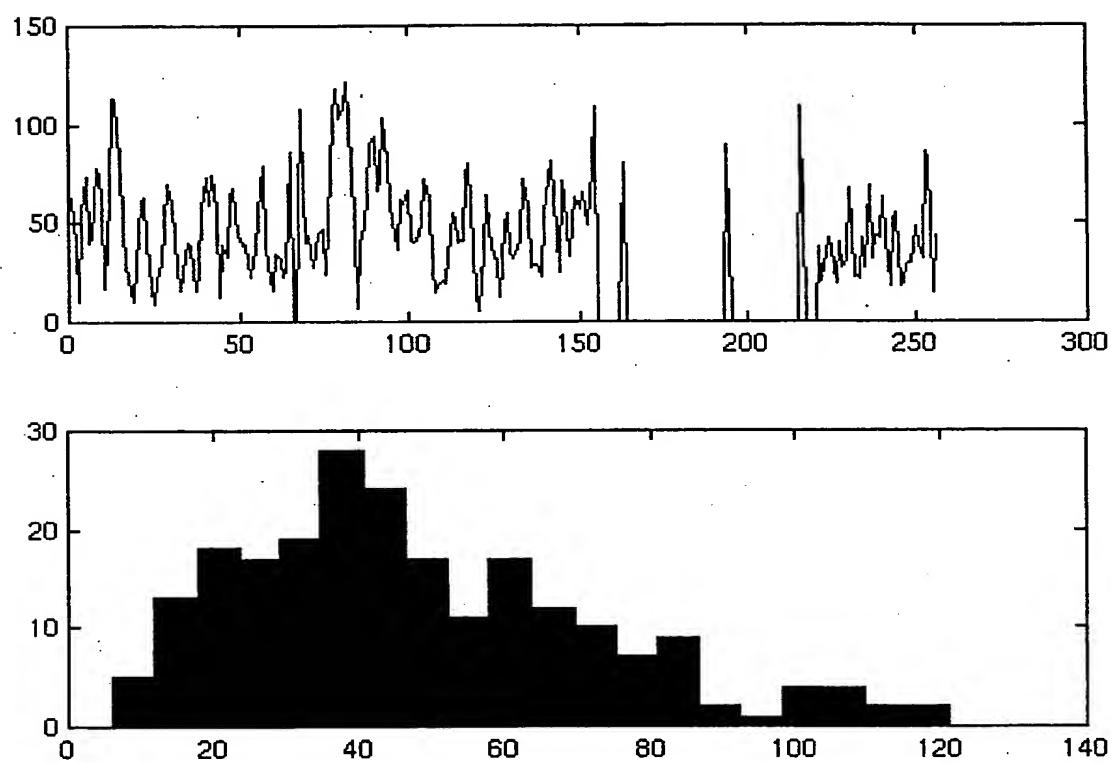
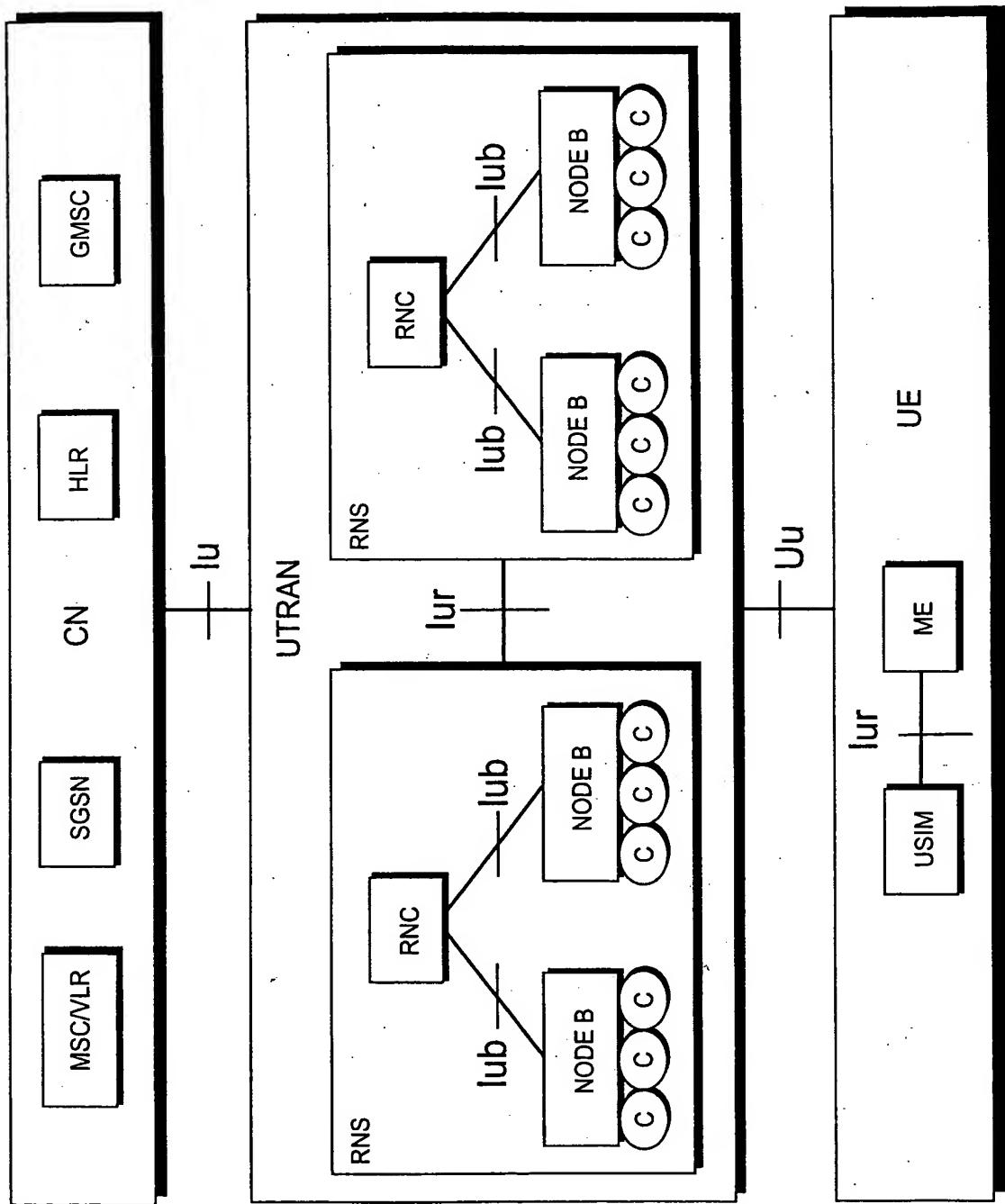


Fig. 2C

Fig. 3



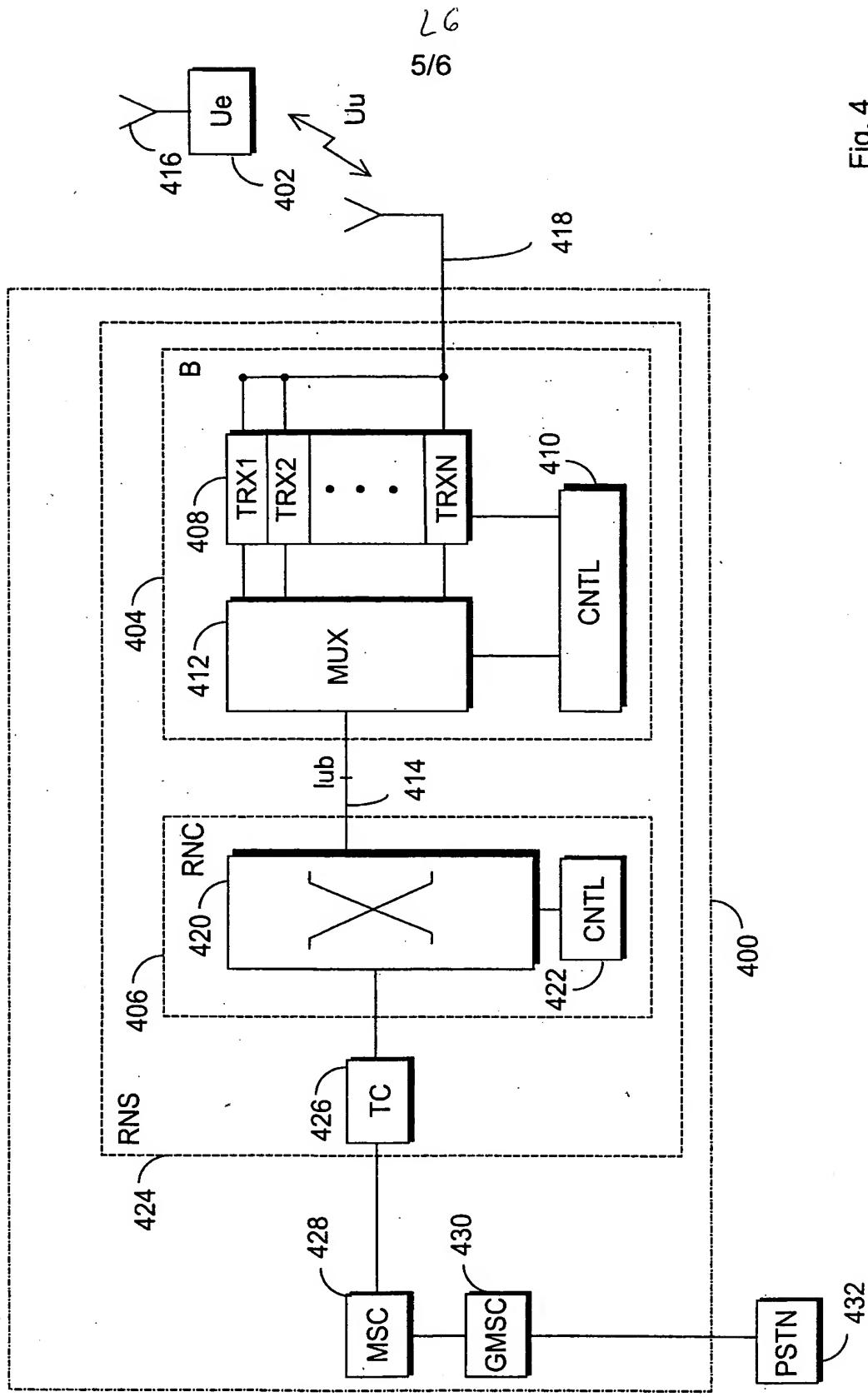


Fig. 4

L6
6/6

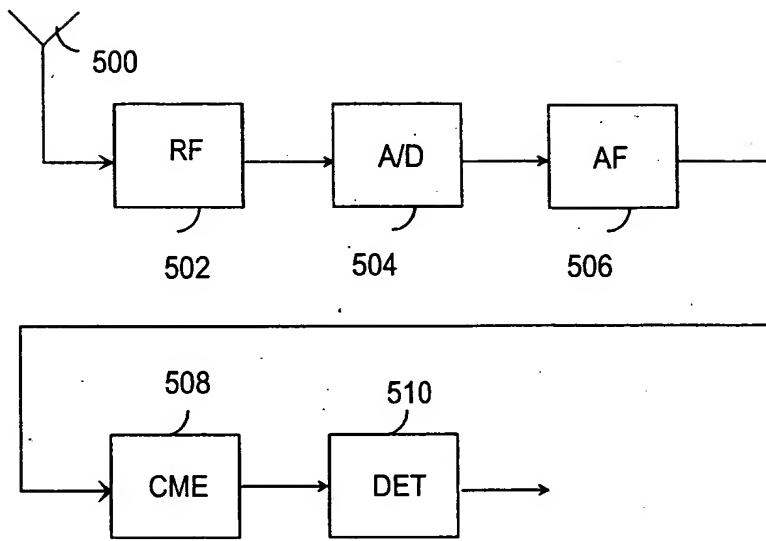


Fig. 5A

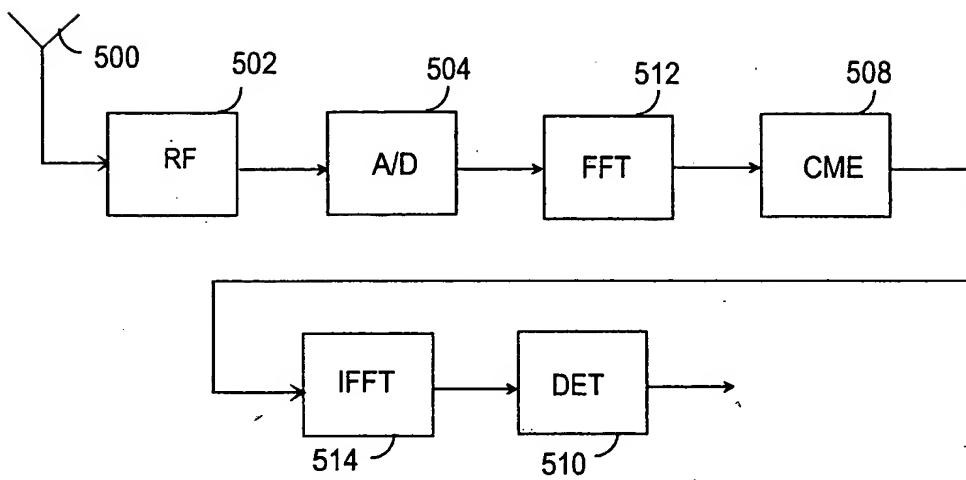


Fig. 5B